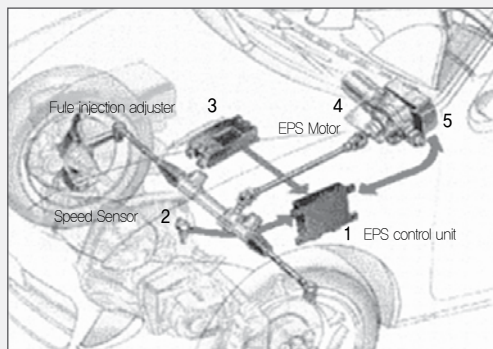
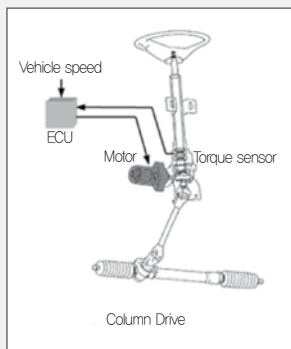


자동차 조향토크센서의 기술 및 동향



EPAS(Electric Power Assisted Steering) 시스템의 구성도

이 대 성 수석연구원
전자부품연구원 스마트센서사업단

leeds@keti.re.kr

1. 조향토크센서의 개요

최근에 생산되는 자동차의 대부분은 동력조향장치(Power Steering System)가 장착되어 있다. PSS는 엔진동력 또는 전기모터를 사용하여 정지 시나 저속 주행 시에는 조향력을 증가시켜 운전자가 핸들 조작이 용이하게 하고, 고속 주행 시에는 조향력을 감소시키고, 핸들을 구속시켜 운전자가 핸들을 무겁게 만든다. 이렇게 PSS는 차량의 속도와 주행상태에 따라 조향력을 증가 또는 감소시켜 운전의 편의성과 안정성을 향상시키는 조향시스템이다.

PSS는 유압 구동방식에서 전기모터 구동방식으로 대체되고 있다. 전동식 동력조향장치(EPS : Electric Power Steering System)는 기존의 유압식 PSS의 동력조향펌프, 호스, 유압오일, 구동 벨트와 풀리 등을 사용하지 않고 차속센서(Velocity Sensor)와 조향토크센서(Steer Torque Sensor)로부터 신호를 받아 구동 전동모터의 전류의 크기와 방향을 제어하여 적절한 보조 조향력을 발생시키는 시스템이다.

조향토크센서(Steering Torque Sensor)는 조향각센서, 조향모터와 함께 EPS(Electric Power Steer) 시스템의 핵심부품으로 조향축에 걸리는 토크를 측정하여 EPS 제어기에 전달하는 역할을 한다. 여기서 토크(Torque)란 어떤 것을 어떤 점 주위에 회전시키는 효과를 나타내는 양으로서 회전 모멘트 또는 비틀림 모멘트라고도 부르며, 회전체의 접선방향 힘의 크기와 힘이 걸리는 점에서 회전 중심점까지의 길이를 곱한 $N \cdot m$ 또는 $kgf \cdot m$ 단위로 나타낸다.

2. 조향토크센서의 종류

토크 측정방식은 크게 접촉식과 비접촉식으로 구분된다. 접촉식 토크센서에는 슬라이딩 방식의 저항형 Potentiometer, 접촉식 스트레인 게이지, SAW 토크센서 등이 있으나 내구성이 떨어지고, 2바퀴 반 이상 회전하는 자동차 조향축에 실장하는데 부적합하기 때문에 자동차 조향토크센서로는 주로 비접촉식 토크센서를 사용한다.

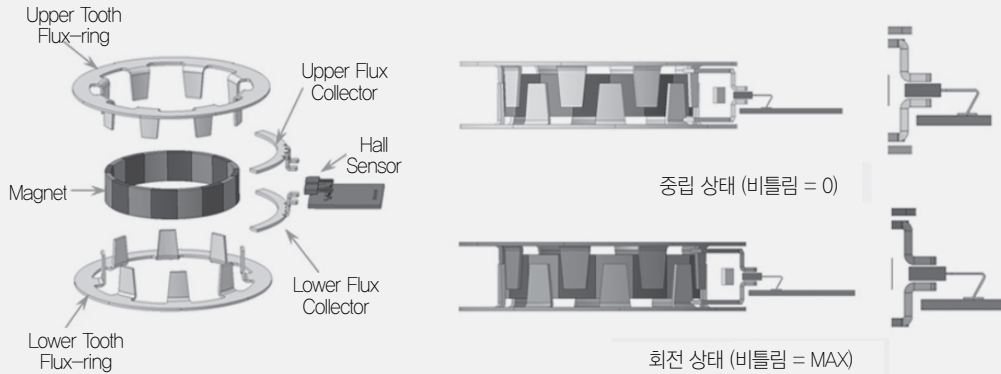
비접촉식으로 자동차 분야에서 많이 사용되는 있는 기술은 자기식으로 자기장 형성 구조물과 고감도 자기센서를 사용한다. 자기식 토크센서는 샤프트 주위에 정해진 패턴의 자장을 형성시킨 상태에서 토크에 의해 회전 변위가 발생될 때 이에 따른 자기장의 변화가 발생하게 되고, 이를 자기센서로 측정하는 방식이다.

| 구분 | 검출방식 | 센서 |
|------|-------------------------------|------------------------|
| 접촉식 | 스트레인 게이지 (Strain gauge) | 저항형 센서 |
| | 포텐시오미터 (Potentiometer) | 접촉 저항형 센서 |
| | SAW(Surface Acoustic Wave) 방식 | SAW 센서 |
| 비접촉식 | 자기장 변화 검출식 | 자기저항(MR, AMR), Hall IC |
| | 정전 용량식 | 용량형 센서 |
| | 광학식 | 광엔코더 |

토크센서의 검출방식에 따른 분류

샤프트로부터 수 mm 이격하여 토크를 측정하며, 먼지나 액체 등 기타 비자성 물질이나 높은 회전 속도에서도 매우 잘 동작을 한다. 단점으로는 샤프트가 자화될 수 있으며, 강력한 자계 환경에 노출되어서는 안 된다. 장점을 보면 다른 비접촉식 회전센서에 비해 저가격으로 제작이 가능하고, 장착이 용이하면서도 자동보정 및 추가조정이 최소화될 수 있다. 에너지 소모가 적고, 내구성이 뛰어나며, 토크 측정은 물론 각도와 위치 측정도 가능하다. 비접촉식으로 감지 샤프트, 신호감지부, 전자신호 처리부가 하우징에 내장되어 콤팩트한 자기식 토크센서의 개발이 가능하다.

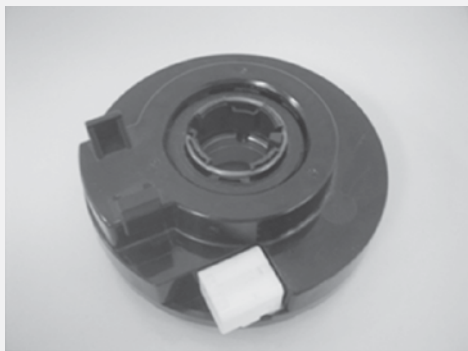
자기식 토크센서 중 자동차용 조향 토크 측정에 적용되는 센서의 일례를 살펴보면 아래 그림과 같이 Magnet Rotor, Stator Tooth Ring, Collector, Hall IC Sensor로 구성되어 있다. Steering Wheel 축에 부착되는 Magnet Rotor에서 발생하는 자기력에 의해 Wheel Tire 축 축에 연동한 Stator Tooth에 1차 자기 유도되고, 회전하는 Stator Tooth에 유도된 자기력이 외부의 고정형 Collector로 2차 자기 유도되어 Hall IC 센서로 변화를 감지한다. 비틀림이 발생하면 Rotor와 Stator가 어긋나게 되어 자기장의 세기 변화가 발생하게 되는데, 일정범위 내에서 토크에 비례하는 자기장 변화가 발생한다.



자기식 토크센서의 구성 예

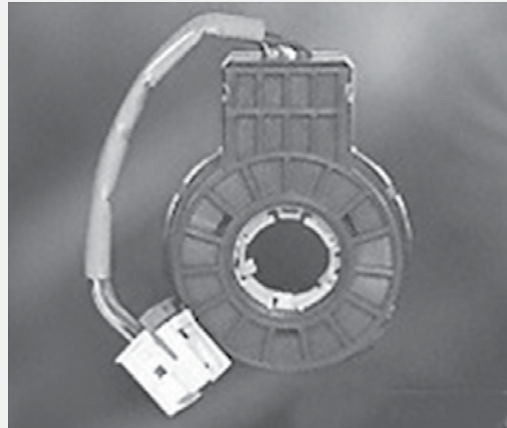
3. 국내의 기술동향

전동식 파워스티어링에 대한 국내 연구는 1997년 이후 컬럼형 EPS의 제어로직 등 여러 시도가 있어 왔다. EPS의 핵심부품인 토크센서에 대한 연구 발표는 거의 없었으나, 최근 대성전기와 LG이노텍에서 운전자의 조향 의지를 감지하는 토크센서를 개발하여 출시하였다. 최근 이 두 회사는 조향각센서와 토크센서를 결합한 일체형 복합센서도 개발했는데, 기존의 조향 토크만을 감지하던 센서를 한 단계 발전시켜 조향토크와 조향각을 동시에 측정 가능한 제품이다.



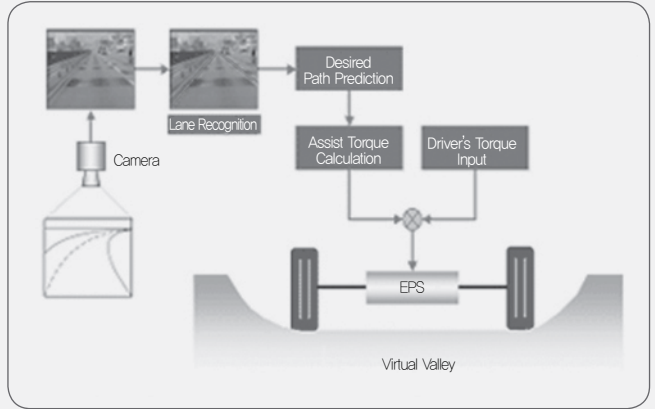
대성전기 TAS(Torque Angle Sensor) 제품

BI Technologies 사는 정밀 출력, 절대 위치 감지를 위한 비접촉식 장치를 제공하는 차량 조향 장치용 디지털 각도 위치 센서 DAPS를 개발했다. DAPS 조향센서는 최고 360°의 회전에 걸쳐 12비트 분해능과 ±1440°까지 가능한 절대 위치 검출이 가능하다.



BI사 DAPS 조향센서

델파이사는 독일 프랑크푸르트에서 열리는 62회 국제 모터쇼(IAA)에서 회사의 전기식 파워 스티어링(EPS) 시스템에 새로운 비접촉 토크 및 위치센서를 선



차선 이탈 방지 시스템 구성 예

보이고, 전 세계적으로 \$24억(USD) 이상의 매출을 기록할 것으로 예상하고 있다. 텔파이의 새로운 비접촉 토크 및 각도위치센서는 매우 콤팩트하게 모듈형으로 디자인되었다. 홀효과 통합 회로 및 자기 기술을 결합한 것이며, 토크와 상대적 위치 또는 토크와 절대적 위치를 감지할 수 있다. 하나의 모듈로 토크와 절대 위치 감지 기능을 통합한 것은 Hella 제품과 유사하다.

4. 응용분야

(1) 지능형 주차 보조 장치

(IPAS : Intelligent Parking Assistant System)

지능화된 주차 보조 장치, 스테레오 비전 카메라 센서 적용, 전동식 파워스티어링 적용, 영상처리 컴퓨터, 비전영상 처리에 의한 주차공간 인식 및 주차이동 경로 연산 수행, 터치스크린 모니터를 통한 운전자 인터페이스 적용으로 자동 주차가 가능한 시스템이다. 기능으로 자동화된 조향 작동, 주차공간 인식 및 주차 가능 여부

판단, 차고 후진주차 모드(T자형), 가로변 일렬주차 모드(크랭크형) 등이 있다.

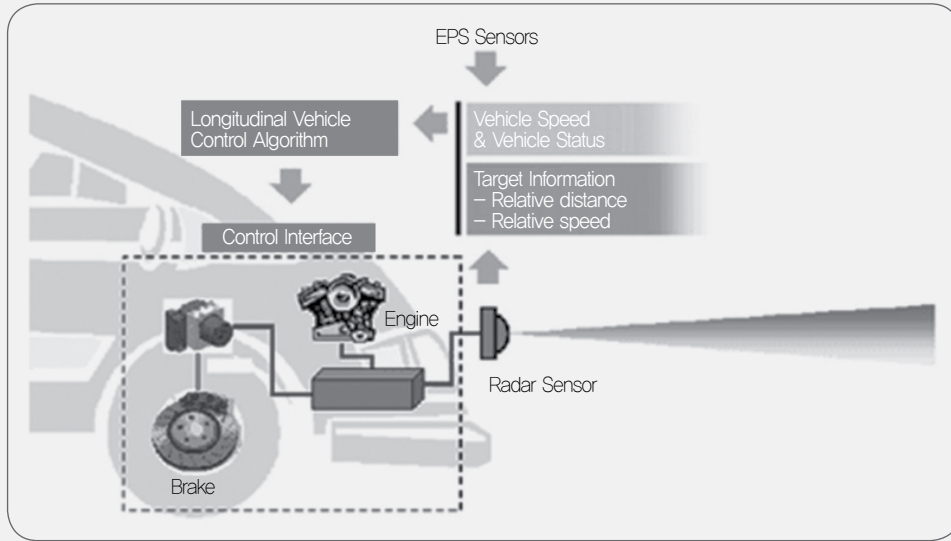
(2) 차선 유지 보조 시스템

(LKAS : Lane Keeping Assist System)

졸음 운전 등 운전자의 부주의로 발생하는 차선 이탈에 의한 사고를 예방하고, 보조 조향 토크 발생으로 운전자에게 편안한 차선을 유지하며, 운전자 입력 토크 검출을 통한 운전자의 조향 의지를 파악하여 안전운전을 도와준다.

(3) 출동회피 및 ACC(Adaptive Cruise Control)

모든 주행 속도 영역에 대해 Radar, Lidar 등의 거리센서를 이용하여 최적의 차간 거리 제어를 수행함으로써 운전 부담을 경감시켜주는 지능형 운전자 편의 시스템으로 자동 브레이크와 EPS(Electric Power Steer)가 필수적으로 적용된다.



ACC 시스템 구성 예

5. 맺음말

고안전 고품의의 지능형 자동차의 등장과 전자화에 따라 다양한 첨단센서가 선진국에서는 지속적으로 개발되고 있다. 이러한 첨단센서는 소형화는 물론 지능화가 필수 성능으로 요구되고 있으며, 반도체 SoC 기술과 MEMS 기술의 적용으로 대응하고 있다. 그러나 핵심부품을 수입하여 단순 모듈화 센서제품 위주로 개발하는 국내 기업의 센서개발 현황은 전반적으로 미흡한 상태이다. 따라서, 국내 자동차센서 기업들의 핵심부품의 국내 개발 조달하고, 융복합 및 지능화를 통한 첨단센서 개발에 한층 관심을 가질 필요가 있다.

최근 만도, 모비스, 케피코 등 주요 자동차 부품업체에서 자동차용 센서의 중요성을 인지하고 국산화 개발을 추진하고 있고, 조향토크센서의 경우 대성전기, LG이노텍 등에서 신제품을 출시하고 있어 향후가 기대된다.

[참고문헌]

1. <http://www.yusae.co.kr/yusae03/carinfo>
2. <http://ko.delphi.com/enko/manufacturers/auto/other/steering/electric/eps>
3. <http://www.etnews.co.kr/news>
4. 박효덕 조남규, 자동차용 MEMS 센서 기술현황 및 그 응용, 「기계저널」 제4권 12호, 2001.
5. 조남규, 자동차용 MEMS 센서, 전자부품연구원, 2002.
7. 박기춘, 토크 측정 기술동향과 적용, 제어계측 2004. 2
8. 손정구, 권영일, 구영덕, 자동차용 센서, KISTI, 2003